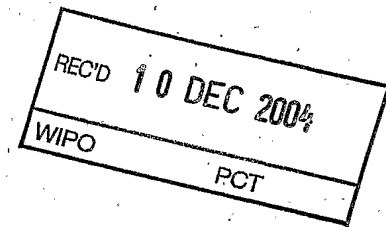


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 60 079.5  
**Anmeldetag:** 20. Dezember 2003  
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Druckaufnehmer  
**IPC:** G 01 L 11/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 28. Oktober 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Schäfer

12. Dez. 2003 - fle/poe

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

### Druckaufnehmer

Die Erfindung bezieht sich auf einen Druckaufnehmer mit einer durch Druck-  
unterschiede unterschiedlich deformierbaren oder ortsveränderbaren Membran.

### Stand der Technik

Ein derartiger (ohne vorliegenden druckschriftlichen Beleg) als bekannt angenommenen Druckaufnehmer basiert darauf, dass für die Druckmessung die Auslenkung einer deformierbaren Membran erfasst wird. Ein Problem besteht beispielsweise darin, eine Druckmessung in dem Brennraum einer Brennkraftmaschine vorzunehmen, wobei Temperaturen von mehr als 500° C herrschen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Druckaufnehmer der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem auch bei ungünstigen Messbedingungen,

5 wie z.B. auch in schlecht zugänglichen Räumen mit höherer Temperatur, zuverlässig Drücke gemessen werden können.

### Vorteile der Erfindung

10 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hierbei ist vorgesehen, dass zumindest ein Funktionsabschnitt der Membran ein Material aufweist, das die Eigenschaften eines schwarzen Strahlers besitzt oder ein in demjenigen spektralen Strahlungsbereich ein für eine Erfassung wesentliches Strahlungsvermögen besitzt, der der Temperatur der Membran unter deren Einsatzbedingungen entspricht, und dass der Membran eine die abgegebene Strahlung  
15 zumindest teilweise erfassende Strahlungsempfangseinheit mit mindestens einem IR-Strahlungsaufnehmer zugeordnet ist.

20 Mit diesem Aufbau wird der Druck auf der Grundlage einer Temperaturerfassung der Membran aufgenommen und ausgewertet. Die Messung basiert auf dem an sich bekannten Planckschen Strahlungsgesetz, nach dem die Strahlungsleistung pro Oberflächeneinheit eines schwarzen Strahlers und pro Wellenlängeneinheit den an sich bekannten formelmäßigen Zusammenhang besitzt. Dabei ist das spektrale Emissionsvermögen einer Oberfläche definiert als Verhältnis zwischen der spektralen Strahldichte dieser Oberfläche und der spektralen Strahldichte des  
25 schwarzen Körpers bei derselben Temperatur. Diese Funktion ist kleiner oder gleich 1, und wenn sie konstant ist, wird die Oberfläche als grauer Strahler bezeichnet.

30 Zur Veranschaulichung zeigt Fig. 4 die spektrale Dichte der Strahlungsleistung für Temperaturen von 300° C, 400° C, 500° C und 600° C für eine strahlende

Oberfläche von 1 mm Durchmesser und einem Emissionsvermögen = 1 (schwarzer Strahler). Das Maximum der spektralen Strahlungsleistung variiert zwischen  $5\text{ }\mu\text{m}$  für eine Temperatur von  $300^{\circ}\text{C}$  bis  $3.3\text{ }\mu\text{m}$  für eine Temperatur von  $600^{\circ}\text{C}$ . Die Kurven zeigen auf der linken Seite des Maximums, d.h. zu kürzeren Wellenlängen hin, einen viel steileren Verlauf als auf der rechten Seite, d.h. zu längeren Wellenlängen hin. Der Strahlungsaufnehmer und gegebenenfalls davor angeordnete Filter werden entsprechend dem vorherrschenden Temperaturbereich gewählt.

Eine definierte Abstrahlung und Erfassung werden dadurch begünstigt, dass der Funktionsabschnitt in einem zentralen Bereich der Membran angeordnet ist und durch eine Beschichtung mit dem Material ausgebildet ist und dass der Funktionsabschnitt von einem Abschnitt umgeben ist, der ein geringeres Strahlungsvermögen zumindest in dem Strahlungsbereich besitzt, der der Temperatur der Membran unter den Einsatzbedingungen entspricht.

Verschiedene vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten bestehen darin, dass der Funktionsabschnitt mit Ruß, Eisenoxid, oxidiertem Kupfer, oxidiertem Stahl beschichtet ist und/oder dass der Umgebungsabschnitt eine Goldbeschichtung trägt.

Ein stabiler, zuverlässig funktionierender Aufbau wird dadurch erhalten, dass zwischen der Strahlungsempfangseinheit und der Membran ein Infrarotleiter angeordnet ist, der zumindest in dem spektralen Strahlungsbereich durchlässig ist, der den Einsatzbedingungen des Druckaufnehmers entspricht. Die hohe Durchlässigkeit in dem betreffenden spektralen Strahlungsbereich kann so gewählt

werden, dass sich keine wesentliche Schwächung der von der Membran abgegebenen Strahlung ergibt.

Dabei bestehen vorteilhafte Ausgestaltungsvarianten darin, dass der Infrarotleiter einen röhrenförmigen Abschnitt mit behandelter Innen-Wandfläche für die Führung der von der Membran ausgesandten IR-Strahlung aufweist und/oder dass der Infrarotleiter einen dielektrischen Wellenleiter für die Führung der von der Membran ausgesandten IR-Strahlung aufweist, wobei desweiteren vorteilhaft vorgesehen sein kann, dass der Infrarotleiter bei Ausbildung mit einem röhrenförmigen Abschnitt eine glatte Oberfläche mit einer Rauigkeit geringer als die betreffenden Wellenlängen und eine die Infrarotstrahlung der Membran zumindest größten Teils reflektierende Beschichtung trägt oder dass der Infrarotleiter bei Ausbildung mit einem Wellenleiter aus Germanium, Saphir, Quarz, Kalziumfluorid oder Natriumchlorid besteht.

Hierbei kann für die Strahlungsführung weiterhin vorgesehen sein, dass der Infrarotleiter Linsenelemente aufweist.

Zur Empfindlichkeit und Messgenauigkeit tragen die Maßnahmen bei, dass der IR-Strahlungsaufnehmer in seiner Strahlungsempfindlichkeit auf die Infrarotstrahlung der Membran abgestimmt ist und dass die Strahlungsempfangseinheit an die Schwingungsfrequenz der Membran angepasst ist. Für die Messung kann dabei auch eine der Strahlungsempfangseinheit zugeordnete Auswerteeinheit leicht entsprechend ausgelegt werden.

Weitere verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten ergeben sich dadurch, dass der IR-Strahlungsaufnehmer einen pyroelektrischen Detektor, ein Bolometer oder eine Thermosäule aufweist.

Für die Gewinnung eines zuverlässigen Messsignals sind ferner die Maßnahmen von Vorteil, dass dem IR-Strahlungsaufnehmer eine Kühlvorrichtung zugeordnet ist und/oder dass dem IR-Strahlungsaufnehmer ein Infrarotfilter zum Selektieren eines für die Messung maßgeblichen Strahlungsbandes vorgeschaltet ist.

Um weitere negative Umgebungseinflüsse auszuschließen, besteht eine weitere vorteilhafte Maßnahme darin, dass die Strahlungsempfangseinheit zwei IR-Strahlungsaufnehmer aufweist, vor denen Infrarotfilter unterschiedlicher spektraler Durchlässigkeit angeordnet sind und dass eine Auswerteeinheit so ausgebildet ist, dass die von den beiden IR-Strahlungsaufnehmern erfassten Strahlungsanteile in solche getrennt werden, die von Auslenkungen der Membran herrühren, und solche, die von Temperaturänderungen der Membran herrühren.

#### Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung eines Druckaufnehmers in einem Längsschnitt,

Fig. 2 und 3

eine Änderung des von einem Strahlungsaufnehmer erfassten Strahlungsstroms in Abhängigkeit einer Auslenkung einer Membran des Druckaufnehmers unter Verwendung eines Tubus bzw. eines optischen Faserleiters und

Fig. 4 die spektrale Strahlungsleistung einer strahlenden Oberfläche von 1 mm Durchmesser für verschiedene Temperaturen.

### Ausführungsbeispiel

5 Ein in Fig. 1 dargestellter Druckaufnehmer weist eine unter der Wirkung eines Druckes auslenkbare bzw. deformierbare Membran 1 sowie einen Infrarot (IR)-Strahlungsaufnehmer 4 auf, zwischen denen ein Infrarotleiter 2 angeordnet ist, der die von der Membran 1 abgegebene Infrarotstrahlung zu dem IR-Strahlungsaufnehmer 4 führt. Vor dem IR-Strahlungsaufnehmer 4 ist vorteilhaft ein optisches Filter 3 angeordnet, und dem Strahlungsempfänger 4 ist ein Kühlelement 10 5 zugeordnet. Die Druckmessung erfolgt durch Messen der Auslenkung der Membran 1. Sie wird bestimmt durch die Messung der Änderung des von dem IR-Strahlungsaufnehmer 4 erfassten Strahlungsstroms, wie er sich beispielsweise aus den in den Fig. 2 und 3 gezeigten Diagrammen ergibt.

15 Ein mittlerer Bereich der Membran 1 ist als Funktionsabschnitt 1.1 ausgebildet und mit einem Material beschichtet, das Eigenschaften eines schwarzen Strahlers oder ein gutes Emissionsvermögen in einem spektralen Strahlungsbereich besitzt, der der Temperatur der Membran 1 entspricht, wenn sich der Druckaufnehmer im Einsatzzustand befindet. Ein derartiges Material kann z.B. Gasruß, 20 Eisenoxid oder ein ähnliches Oxid, stark oxidiertes Kupfer, oxidierte Stahl oder dgl. sein. Ein Umgebungsbereich 1.2 des mittleren oder inneren Membranabschnittes 1.1 ist mit einem Material beschichtet, das nur ein schwaches Emissionsvermögen in dem Spektralbereich besitzt, in dem der Druckaufnehmer verwendet wird, damit die durch die Membran 1 gebildete Strahlungsquelle möglichst eindeutig begrenzt ist. Ein solches Material kann z.B. ein dünner Goldbelag 25 sein.

30 Der Infrarotleiter 2 muss eine gute Durchlässigkeit in dem Spektralbereich besitzen, in dem der Druckaufnehmer eingesetzt wird. Der Infrarotleiter 2 kann

mittels eines röhrenförmigen Abschnittes bzw. eines Tubus gebildet werden, dessen Innenwandfläche einen geeigneten Oberflächenzustand mit möglichst geringer Rauigkeit (niedriger als die Wellenlänge) besitzt und mit einem Material beschichtet ist, das eine möglichst gute Reflektion in dem dem Einsatz entsprechenden Spektralbereich und daher ein möglichst schwaches Emissionsvermögen besitzt, wozu eine Gold- oder Silberbeschichtung oder dgl. geeignet ist. Der Infrarotleiter 2 mit einer derartigen Durchlässigkeit und Innenwandfläche 2.1 gewährleistet eine weitgehend vollständige Übertragung der von der Membran abgegebenen Strahlung zu dem IR-Strahlungsaufnehmer 4.

Der Infrarotleiter 2 kann alternativ zu der vorstehend genannten Ausführung oder in Kombination mit dieser auch ein dielektrischer Wellenleiter vergleichbar einem optischen Faserleiter sein, der ein gutes Transmissionsvermögen in dem dem Einsatz entsprechenden Spektralbereich besitzt. Derartige Materialien können z.B. Germanium (für einen Spektralbereich von 1,8 bis 28  $\mu\text{m}$ ), Saphir (0,17 bis 6,5  $\mu\text{m}$ ), Quarz (0,2 bis 4,5  $\mu\text{m}$ ), Kalzium-Fluorid (0,2 bis 8  $\mu\text{m}$ ), Natriumchlorid (0,2 bis 26  $\mu\text{m}$ ) oder dgl. sein. Der Wellenleiter kann auch durch eine oder mehrere Linsen gebildet sein, die auch in Kombination mit den vorstehend genannten Ausführungen vorhanden sein können.

Der IR-Strahlungsaufnehmer 4 soll möglichst empfindlich in dem Spektralbereich der IR-Strahlung der Membran 1 sein und einen Ansprechbereich aufweisen, der auf die Schwingungsfrequenz der Membran 1 abgestimmt ist. Außerdem kann das Kühlelement 5, beispielsweise ein Peltier-Element vorgesehen sein, um den IR-Strahlungsaufnehmer 4 zu kühlen. Der Strahlungsaufnehmer 4 kann ein pyroelektrischer Detektor, ein Bolometer, eine Thermosäule oder dgl. sein. Vorteilhaft ist das optische Filter 3 vor dem IR-Strahlungsaufnehmer 4 angeordnet, um



einen genau abgestimmten spektralen Strahlungsbereich für die Auswertung auszuwählen.

Um mögliche Schwankungen des Strahlungsstromes infolge einer Auslenkung der Membran 1 von solchen zu unterscheiden, die auf eine Temperaturänderung der Membran 1 zurückzuführen sind, können z.B. mindestens zwei IR-Strahlungsempfänger 4 nebeneinander angeordnet werden, vor denen jeweils ein optisches Filter 3 angeordnet ist, die verschiedene spektrale Strahlungsbereiche durchlassen, wobei beispielsweise eines der Filter den dem linken Teil der in Fig. 4 gezeigten Kurve entsprechenden Strahlungsanteil durchlässt, wo diese am steilsten ist, während das andere Filter den dem rechten Teil der Kurve entsprechenden Strahlungsanteil durchlässt, wo die Steigung wesentlich flacher ist, so dass eine kleine Temperaturänderung der Membran 1 in unterschiedlichen Änderungen des auf die IR-Strahlungsaufnehmer fallenden Anteils des Strahlungsstroms zum Ausdruck kommt, während sich eine Verlagerung der Membran 1 in einer gleichen Änderung des Strahlungsstroms auf beiden Strahlungsaufnehmern 4 ausdrückt.



Fig. 2 gibt die Änderung des Strahlungsstroms wieder, der von dem in Funktion befindlichen IR-Strahlungsaufnehmer 4 bei einer Auslenkung der Membran 1 in dem Falle aufgenommen wird, dass der Funktionsabschnitt 1.1 der Membran 1 (schwarzer Körper) einen Durchmesser von 1 mm bei einer Temperatur von 300° C hat und der Infrarotleiter 2 ein Tubus von 1 mm Durchmesser ist, dessen Eintrittsfläche 110  $\mu$ m von der Oberfläche der Membran 1 entfernt angeordnet ist, wenn der Druckaufnehmer sich im Ruhezustand befindet, wobei angenommen wird, dass der Führungstubus keine Strahlungsschwächung verursacht. Fig. 3 gibt die Änderung des Strahlungsstromes unter gleichen Bedin-

gungen wieder, wobei jedoch als Infrarotleiter 2 eine Lichtleiteroptik von 1 mm Durchmesser und einer numerischen Apertur von 0,75 verwendet ist. Beide Fig. zeigen, dass sich die empfangene Strahlungsleistung  $I$  mit dem Abstand  $d$  der Messmembran deutlich ändert, d.h. mit zunehmendem Abstand verkleinert.

12. Dez. 2003 - fle/poe

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

### Ansprüche

- 
1. Druckaufnehmer mit einer durch Druckunterschiede unterschiedlich deformierbaren oder ortsveränderbaren Membran (1),  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zumindest ein Funktionsabschnitt (1.1) der Membran (1) ein Material aufweist, das die Eigenschaften eines schwarzen Strahlers besitzt oder ein in demjenigen spektralen Strahlungsbereich ein für eine Erfassung wesentliches Strahlungsvermögen besitzt, der der Temperatur der Membran (1) unter deren Einsatzbedingungen entspricht, und  
dass der Membran (1) eine die abgegebene Strahlung zumindest teilweise erfassende Strahlungsempfangseinheit mit mindestens einem IR-Strahlungsaufnehmer (4) zugeordnet ist.
- 
2. Druckaufnehmer nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Funktionsabschnitt (1.1) in einem zentralen Bereich der Membran (1) angeordnet ist und durch eine Beschichtung mit dem Material ausgebildet ist und  
dass der Funktionsabschnitt (1.1) von einem Abschnitt (1.2) umgeben ist, der ein geringeres Strahlungsvermögen zumindest in dem Strahlungsbereich besitzt, der der Temperatur der Membran (1) unter den Einsatzbedingungen entspricht.

- 5 3. Druckaufnehmer nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Funktionsabschnitt (1.1) mit Ruß, Eisenoxid, oxidiertem Kupfer,  
oxidiertem Stahl beschichtet ist und/oder  
dass der Umgebungsabschnitt (1.2) eine Goldbeschichtung trägt.
- 10 4. Druckaufnehmer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zwischen der Strahlungsempfangseinheit und der Membran (1) ein  
Infrarotleiter (2) angeordnet ist, der zumindest in dem spektralen  
Strahlungsbereich durchlässig ist, der den Einsatzbedingungen des  
15 Druckaufnehmers entspricht.
- 20 5. Druckaufnehmer nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Infrarotleiter (2) einen röhrenförmigen Abschnitt mit behandelter  
Innen-Wandfläche für die Führung der von der Membran (1) ausgesandten  
IR-Strahlung aufweist und/oder  
25 dass der Infrarotleiter (2) einen dielektrischen Wellenleiter für die Führung  
der von der Membran (1) ausgesandten IR-Strahlung aufweist.
- 30 6. Druckaufnehmer nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Infrarotleiter (2) bei Ausbildung mit einem röhrenförmigen Ab-  
schnitt eine glatte Oberfläche mit einer Rauigkeit geringer als die  
betreffenden Wellenlängen und eine die Infrarotstrahlung der Membran (1)  
zumindest größten Teils reflektierende Beschichtung trägt oder

5 dass der Infrarotleiter (2) bei Ausbildung mit einem Wellenleiter aus Germanium, Saphir, Quarz, Kalziumfluorid oder Natriumchlorid besteht.

7. Druckaufnehmer nach einem der Ansprüche 4 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Infrarotleiter (2) Linsenelemente aufweist.

- 10 8. Druckaufnehmer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der IR-Strahlungsaufnehmer (4) in seiner Strahlungsempfindlichkeit  
auf die Infrarotstrahlung der Membran (1) abgestimmt ist und  
15 dass die Strahlungsempfangseinheit an die Schwingungsfrequenz der  
Membran (1) angepasst ist.

9. Druckaufnehmer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der IR-Strahlungsaufnehmer (4) einen pyroelektrischen Detektor, ein  
Bolometer oder eine Thermosäule aufweist.

- 25 10. Druckaufnehmer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dem IR-Strahlungsaufnehmer (4) eine Kühlvorrichtung (5) zugeordnet  
ist und/oder  
dass dem IR-Strahlungsaufnehmer (4) ein Infrarotfilter zum Selektieren  
eines für die Messung maßgeblichen Strahlungsbandes vorgeschaltet ist.

- 30 11. Druckaufnehmer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

5 dass die Strahlungsempfangseinheit zwei IR-Strahlungsaufnehmer (4) aufweist, vor denen Infrarotfilter unterschiedlicher spektraler Durchlässigkeit angeordnet sind und

10 dass eine Auswerteeinheit so ausgebildet ist, dass die von den beiden IR-Strahlungsaufnehmern (4) erfassten Strahlungsanteile in solche getrennt werden, die von Auslenkungen der Membran (4) herrühren, und solche, die von Temperaturänderungen der Membran (4) herrühren.

12. Dez. 2003 - fle/poe

5

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10



## Zusammenfassung

15

Die Erfindung bezieht sich auf einen Druckaufnehmer mit einer durch Druck-  
unterschiede unterschiedlich deformierbaren oder ortsveränderbaren Membran  
(1). Ein auch in schwer zugänglichen Räumen mit höheren Temperaturen vor-  
teilhaft verwendbarer Aufbau wird dadurch erhalten, dass zumindest ein Funk-  
tionsabschnitt (1.1) der Membran (1) ein Material aufweist, das die Eigen-  
schaften eines schwarzen Strahlers besitzt oder ein in demjenigen spektralen  
20 Strahlungsbereich ein für eine Erfassung wesentliches Strahlungsvermögen be-  
sitzt, der der Temperatur der Membran (1) unter deren Einsatzbedingungen ent-  
spricht, und dass der Membran (1) eine die abgegebene Strahlung zumindest  
teilweise erfassende Strahlungsempfangseinheit mit mindestens einem IR-Strah-  
lungsaufnehmer (4) zugeordnet ist (Fig. 1).

25

25

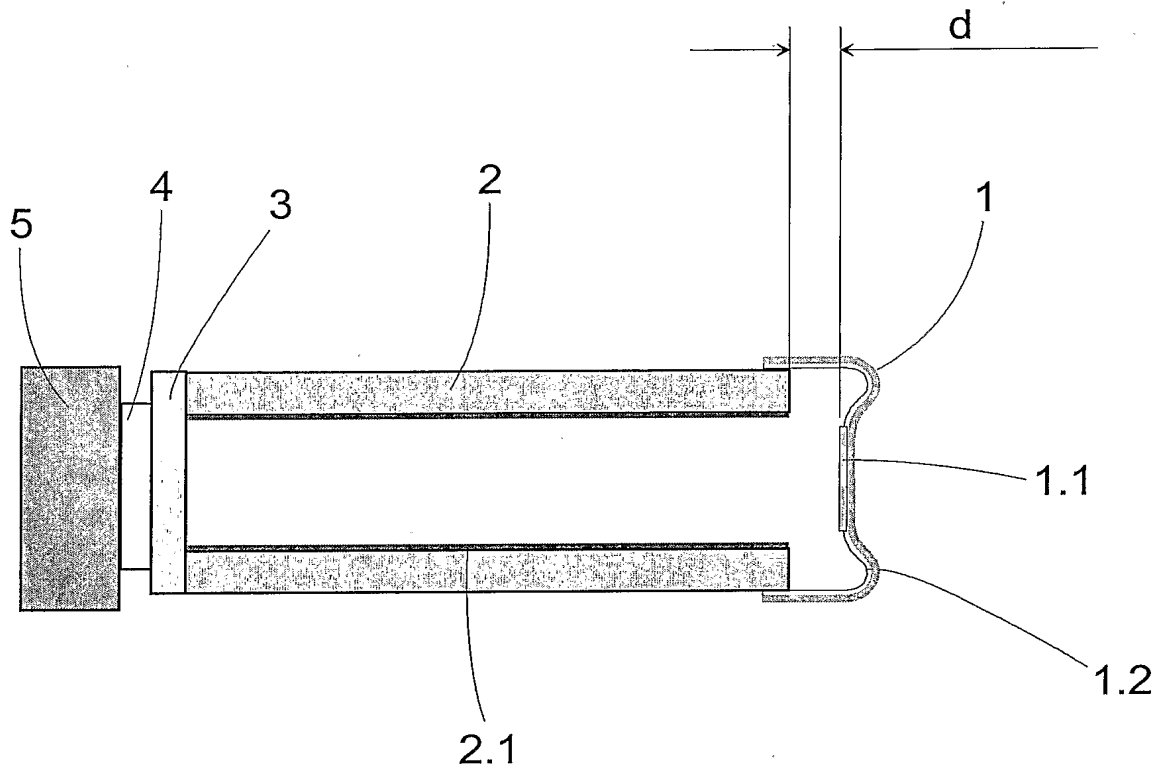


Fig. 1

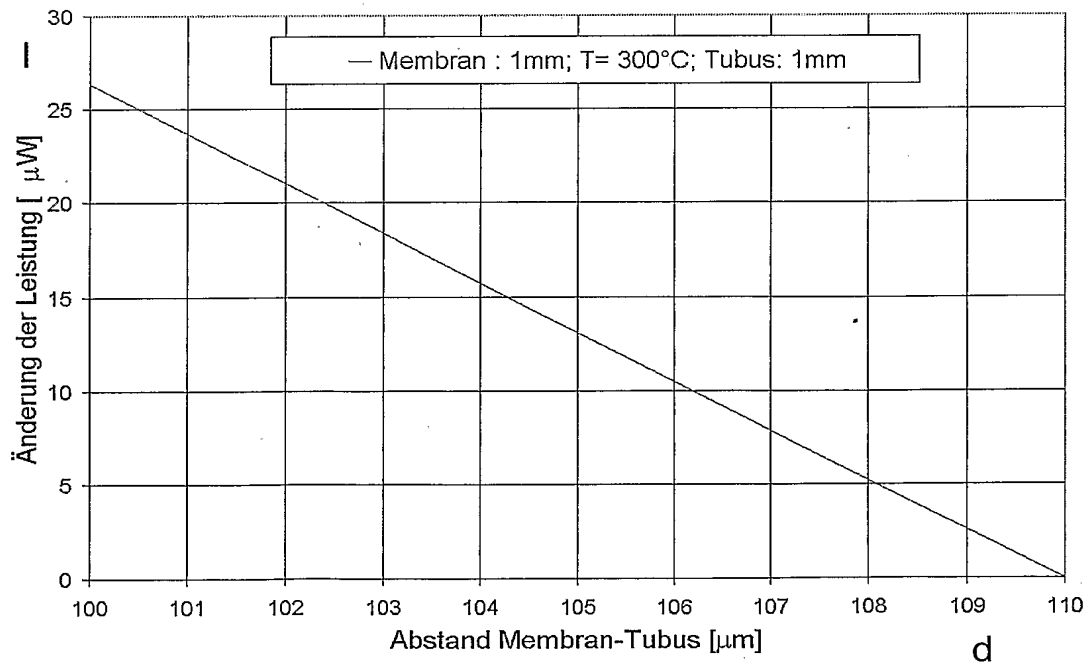


Fig. 2



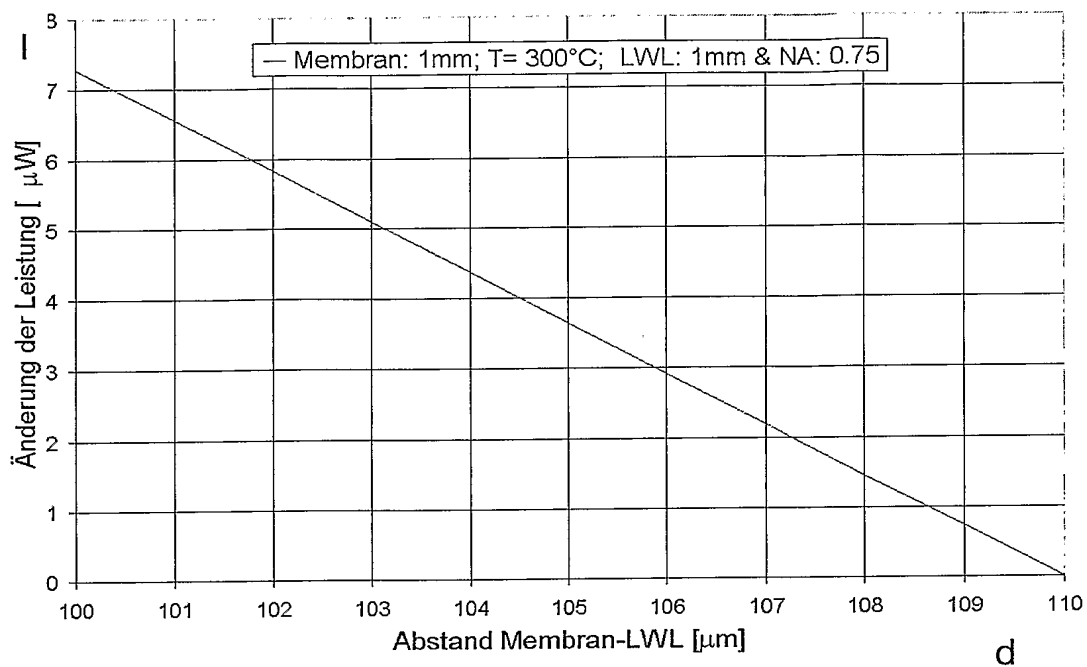


Fig. 3

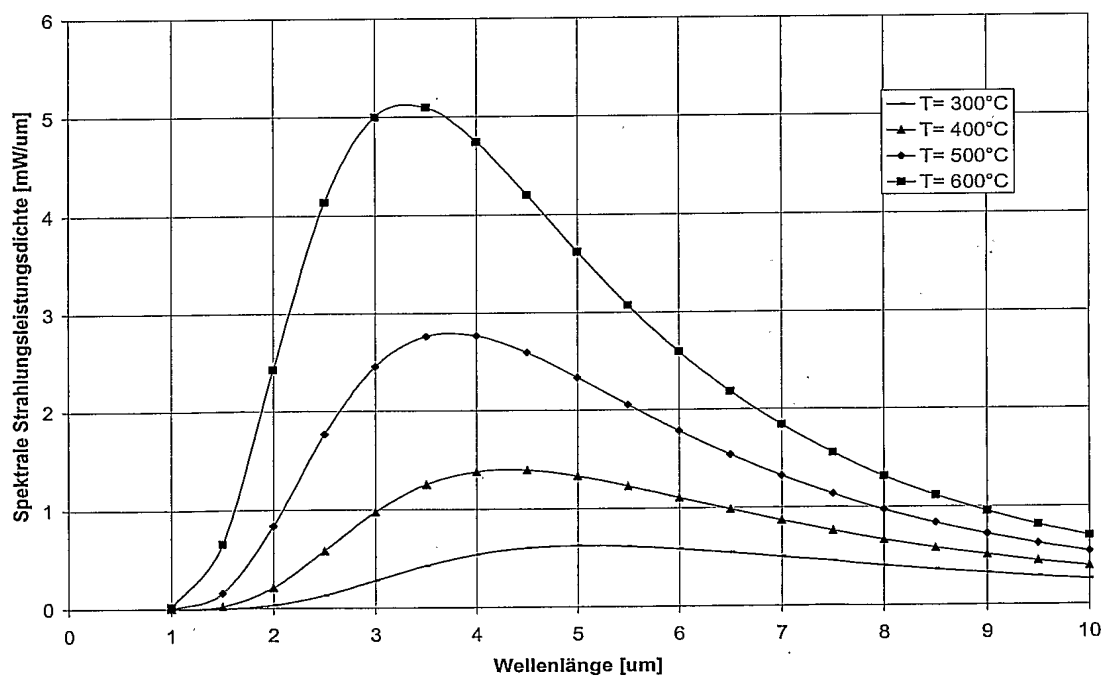


Fig. 4